

**TUBE EN FIBRES RESISTANTES RENFORCEES PAR UNE MATIERE  
SYNTHETIQUE POLYMERISEE, ET SON PROCEDE DE FABRICATION**

**Patent number:** FR2398247  
**Publication date:** 1979-02-16  
**Inventor:**  
**Applicant:** GUYOT MICHEL (FR)  
**Classification:**  
**- international:** F16L9/12; B29D23/00  
**- european:** A63B49/10; A63C11/22; F16L9/12; F16L9/18  
**Application number:** FR19770022313 19770720  
**Priority number(s):** FR19770022313 19770720

**Report a data error here**

Abstract not available for FR2398247

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 77 22313**

(54)

Tubes en fibres résistantes renforcées par une matière synthétique polymérisée, et son procédé de fabrication.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>).

**F 16 L 9/12; B 29 D 23/00.**

(22)

Date de dépôt .....

**20 juillet 1977, à 16 h 13 mn.**

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande .....

**B.O.P.I. — «Listes» n. 7 du 16-2-1979.**

(71)

Déposant : **GUYOT Michel Roger, résidant en France.**

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : **Cabinet Plasseraud.**

La présente invention concerne un tube en fibres résistantes renforcées par une matière synthétique polymérisée, ces fibres se présentant notamment sous la forme d'une gaine tressée ou d'un tissu.

5 Le but de la présente invention est d'obtenir un tel tube à caractéristiques mécaniques améliorées, notamment à module d'élasticité transversale notablement augmenté par rapport à celui des tubes actuellement connus, constitués du même matériau, et ayant les mêmes dimensions (diamètres extérieur et intérieur).

10 Un autre but de l'invention est d'obtenir un procédé pratique de fabrication de tels tubes à caractéristiques mécaniques améliorées.

Conformément à l'invention, un tube du type mentionné au début est, d'une façon générale, caractérisé en ce que sa paroi  
15 intérieure est reliée sans discontinuité à une structure longitudinale intérieure de renforcement.

Cette structure longitudinale intérieure de renforcement pourra, également conformément à l'invention, se présenter sous plusieurs formes, et comporter par exemple au moins une nervure  
20 longitudinale (ou voile), s'étendant d'un côté à l'autre de la paroi intérieure du tube, éventuellement en passant par l'axe longitudinal de celui-ci.

Selon une variante, cette structure longitudinale intérieure de renforcement pourra aussi comporter au moins une  
25 nervure longitudinale s'étendant d'un côté à l'autre de la paroi intérieure du tube, par l'intermédiaire d'une portion de structure tubulaire intérieure, à section transversale notamment ronde ou carrée.

On pourra ainsi conférer à la section transversale du tube  
30 pratiquement n'importe quelle forme voulue, notamment pour qu'il soit parfaitement adapté à sa fonction.

Ainsi, par exemple, la portion de structure tubulaire intérieure à section transversale carrée précitée pourra être destinée à recevoir une pièce d'accouplement de forme complémen-  
35 taire, d'entraînement du tube, en rotation selon son axe.

Ainsi, conformément à l'invention, un tube du type décrit au début pourra être caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure comporte au moins une structure tubu-  
laire intérieure, de préférence coaxiale audit tube, reliée à  
40 la paroi intérieure de celui-ci par des branches de préférence

radiales.

Selon un mode d'exécution qui permettra d'élaborer un procédé de fabrication particulièrement simple, un tube conforme à l'invention pourra encore être caractérisé en ce que sa paroi  
5 est constituée d'une gaine en fibres résistantes, notamment d'une gaine tressée, imprégnée d'une matière synthétique polymérisée, et formant frette, la structure longitudinale intérieure mentionnée au début étant alors avantageusement aussi constituée d'une ou plusieurs autres gaines de fibres résistantes, notamment de  
10 gaines tressées, imprégnées d'une matière synthétique polymérisée, dont au moins certaines parties de la périphérie font corps avec la paroi intérieure du tube.

On pourra prévoir en particulier que ladite structure longitudinale intérieure est constituée d'au moins deux autres  
15 gaines de fibres résistantes, notamment de gaines tressées, imprégnées d'une matière synthétique polymérisée, adossées l'une à la voisine, et dont au moins une partie de la périphérie fait corps avec la paroi intérieure du tube.

On constate que, dans ce mode d'exécution, les parties des  
20 gaines intérieures adossées l'une à la voisine constitueront les nervures longitudinales ou voiles mentionnés plus haut.

En particulier, les gaines intérieures pourront être adossées l'une à la voisine selon des plans essentiellement longitudinaux et radiaux du tube, les parties en appui mutuel de deux  
25 gaines voisines s'étendant depuis la paroi intérieure du tube vers son axe, à savoir jusqu'à cet axe ou jusqu'au voisinage immédiat de celui-ci.

En vue d'obtenir un tube dont ladite structure longitudinale intérieure comporte au moins une structure tubulaire, on  
30 pourra prévoir en outre que lesdites parties en appui mutuel de deux gaines voisines s'étendent depuis la paroi intérieure du tube vers son axe, et divergent ensuite selon des portions constituant ensemble une structure tubulaire intérieure entourant ledit axe.

35 Par ailleurs, en vue de pouvoir utiliser un nombre relativement plus faible de gaines intérieures, on pourra prévoir, conformément à une variante, que la ou les gaines intérieures de fibres résistantes, constituant ladite structure longitudinale intérieure de renforcement, comportent au moins une partie pliée  
40 sur elle-même, s'étendant depuis la paroi intérieure du tube vers

son axe, éventuellement jusqu'à son axe.

On conçoit que, dans ce cas, au moins certaines des nervures intérieures de renforcement seront constituées par ces parties pliées sur elles-mêmes.

5 Selon encore une variante, un tube conforme à l'invention pourra être caractérisé en ce qu'une ou plusieurs desdites autres gaines de fibres résistantes s'étendent à l'intérieur d'une gaine intermédiaire dont au moins une partie de la périphérie fait corps avec la paroi intérieure du tube.

10 Quant au procédé de fabrication d'un tube conforme à l'un ou à l'autre des modes de réalisation ci-dessus décrits, il pourra être avantageusement caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à disposer une ou plusieurs gaines intérieures de fibres résistantes, notamment des gaines tressées, à l'intérieur  
15 d'une gaine périphérique de fibres résistantes, formant frette, notamment une gaine tressée, à disposer l'ensemble dans un moule dont le logement correspond à la forme extérieure du tube à obtenir, et à provoquer dans ledit moule la polymérisation d'une matière synthétique imprégnant lesdites gaines.

20 Bien entendu, on pourra disposer les gaines tressées déjà imprégnées dans le moule ou les y disposer à sec et ne prévoir leur imprégnation par la matière synthétique qu'après fermeture du moule.

Lorsque l'on désirera obtenir un tube à structure tubulaire  
25 intérieure, par exemple coaxiale à ce tube, on pourra faire en sorte que lesdites gaines intérieures soient interposées entre un noyau central s'étendant longitudinalement dans ladite gaine périphérique, et la paroi intérieure de celle-ci.

Quel que soit le mode de réalisation, on pourra prévoir  
30 aussi que la ou les gaines intérieures comportent une partie pliée sur elle-même, s'étendant en direction de l'axe de ladite gaine périphérique, ou encore que l'on dispose dans ladite gaine périphérique au moins une gaine intermédiaire entourant une ou plusieurs gaines intérieures.

35 Enfin, de façon connue en soi, un procédé conforme à l'invention pourra encore être caractérisé en ce que dans chaque gaine intérieure, ou de part et d'autre d'une partie pliée sur elle-même d'une gaine intérieure, on dispose longitudinalement un tube gonflable de mise en forme desdites gaines, ce qui permet  
40 d'une part de faciliter la mise en place des gaines intérieures

dans la gaine périphérique, en gonflant légèrement lesdits tubes gonflables, et d'autre part de faire en sorte que les gaines intérieures soient convenablement positionnées les unes par rapport aux autres et en appui les unes sur les autres et contre  
5 la paroi intérieure de la gaine périphérique, et éventuellement qu'elles soient convenablement en appui sur le noyau central de moulage.

Différents modes d'exécution de l'invention sont décrits ci-dessous à titre d'exemples nullement limitatifs, avec référence aux figures du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un tube conforme à l'invention ;
- la figure 1a est une vue en coupe transversale d'un moule dans lequel sont disposées des gaines en fibres résistantes et  
15 un noyau, pour la fabrication du tube de la figure 1 ;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'un autre tube conforme à l'invention ;
- les figures 2a, 2b, 2c sont des vues en coupe transversale de différents moules dans lesquels sont disposées, de différentes  
20 manières, des gaines de fibres résistantes, pour la fabrication du tube de la figure 2 ;
- les figures 3, 4 et 5 sont des vues en coupe transversale de trois autres tubes conformes à l'invention; et
- les figures 3a, 4a et 5a sont des vues en coupe transversale  
25 de différents moules dans lesquels sont disposées de différentes manières, avec ou sans noyau, des gaines de fibres résistantes, respectivement pour la fabrication des tubes des figures 3, 4 et 5.

A la figure 1, on a référencé en 1 la paroi intérieure d'un  
30 tube référencé globalement en 2. Conformément à l'invention, cette paroi 1 intérieure est reliée sans discontinuité à une structure longitudinale intérieure de renforcement, référencée globalement en 3. Cette structure longitudinale intérieure est constituée ici d'une structure tubulaire intérieure 4, ou tube  
35 intérieur, coaxiale au tube 2 et reliée à la paroi intérieure 1 de celui-ci par quatre branches radiales équidistantes 5. Dans cet exemple, la structure tubulaire intérieure a une section transversale ronde, comme la section transversale du tube 2. Autrement dit, on voit que lesdites branches radiales 5  
40 constituent des nervures longitudinales qui s'étendent d'un côté

à l'autre de la paroi intérieure 1 du tube 2 par l'intermédiaire de la structure tubulaire intérieure 4 ; c'est l'ensemble de ladite structure tubulaire ou tube intérieur 4 et des quatre branches radiales 5 qui, dans ce cas, constitue ce que l'on a appelé plus haut la structure longitudinale intérieure de renforcement, qui permet notamment d'obtenir des tubes de matière synthétique à module d'élasticité transversale augmenté.

Pour fabriquer un tube ayant la forme de section transversale représentée à la figure 1, on pourra s'y prendre de la façon suivante, ou de façon analogue :

Dans une gaine périphérique en fibres résistantes 6, on enfle, entre un noyau central à section circulaire 7 et la paroi intérieure de cette gaine 6, quatre autres gaines identiques en fibres résistantes 8. Chacune de ces gaines 8 contient un tube souple gonflable 9.

L'ensemble ainsi obtenu est disposé dans un moule en deux parties 10, 11, dont chacune est pourvue d'un logement semi-cylindrique, ces logements présentant ensemble la forme en creux du tube à obtenir.

On conçoit que le gonflage des quatre tubes 9 permettra d'une part de maintenir le noyau central 7 en place entre les quatre gaines intérieures 8, et permettra d'autre part que chaque gaine intérieure soit adossée à la voisine selon un plan essentiellement longitudinal et radial du tube, les parties en appui mutuel 12 s'étendant depuis la paroi intérieure de la gaine périphérique 6 vers l'axe ; ce gonflage permettra également aux autres parties des gaines intérieures 8 d'être en appui d'une part sur la paroi intérieure de la gaine périphérique 6, d'autre part sur le noyau 7.

Il suffira alors de provoquer la polymérisation d'une matière synthétique imprégnant les gaines 6 et 8, et de démouler pour obtenir le tube de la figure 1.

De préférence, les gaines 6 et 8 seront constituées de fibres résistantes tressées, par exemple de fibres de verre, de carbone, de bore, etc, ou d'un mélange de fibres de différentes natures, selon les caractéristiques de poids et de résistance que l'on désire conférer au tube.

Quant à la matière synthétique imprégnant les gaines

tressées, elle pourra également être quelconque, et être constituée par exemple de résine époxy.

On peut prévoir d'effectuer l'imprégnation des gaines tressées par la matière synthétique seulement lorsque ces gaines  
5 sont disposées dans le moule 10-11, ou, au contraire, on peut prévoir que ces gaines sont imprégnées avant d'être disposées dans le moule.

Avec le mode d'exécution décrit avec référence à la figure 1a, en tout cas, on constate que le tube obtenu (voir  
10 figure 1) aura une épaisseur de paroi égale à celle des branches radiales 5, puisque cette épaisseur correspond à deux épaisseurs de gaines tressées, mais que le tube intérieur 4 aura une épaisseur moitié, puisque ne correspondant qu'à une seule épaisseur de gaine.

On pourrait toutefois fabriquer un tube ayant la forme générale de section transversale de la figure 1, mais dont l'épaisseur serait la même en toutes ses parties, en prévoyant par exemple d'enfiler sur le noyau 7 une gaine intérieure supplémentaire, entre ce noyau et les gaines intérieures 8 ; on  
20 obtiendrait alors un tube intérieur 4 de même épaisseur que le tube 2 et que les branches radiales 5, puisque correspondant alors à deux épaisseurs de gaine.

De même, au lieu d'enfiler dans la gaine périphérique 6 quatre gaines 8, ce qui fera apparaître quatre branches radiales  
25 5 correspondant aux parties adossées 12 de deux gaines intérieures 8 voisines, on pourrait prévoir de n'enfiler dans ladite gaine périphérique 6 que deux gaines intérieures qui ne seraient alors en appui mutuel que selon un seul plan diamétral du tube. On obtiendrait alors seulement deux paires de parties en appui  
30 mutuel telles que 12, et le tube obtenu, au lieu de comporter quatre branches radiales 5, n'en comporterait plus que deux, diamétralement opposées.

On pourrait envisager cette modification par exemple dans le but d'alléger le tube, dans le cas où il est destiné à être  
35 incorporé à une structure mécanique telle, par exemple, qu'il ne soit soumis à des efforts de flexion que dans un seul plan, comme ce serait pratiquement le cas pour un tube destiné à constituer un élément de cadre de bicyclette.

Le tube 13 représenté à la figure 2 est du même type que  
40 celui de la figure 1, mais ne comporte pas de structure tubulaire



intérieure. La structure intérieure de renforcement est ici seulement constituée de quatre branches longitudinales et radiales équidistantes 14, se rejoignant selon l'axe du tube 13.

Pour fabriquer un tel tube, on procédera de façon très semblable à celle décrite avec référence à la figure 1a, éventuellement avec exactement le même moule 10-11, mais sans noyau central 7 (voir figure 2a). Pour obtenir les branches 14 équidistantes, il suffira de prévoir d'enfiler, dans une gaine tressée périphérique 15, quatre gaines tressées intérieures identiques 16. Comme dans le cas précédent, ces gaines pourront être maintenues parfaitement en place par gonflage d'un tube étanche souple 17 enfilé dans chacune d'elles. Dans ce cas, chaque gaine intérieure 16 sera adossée à la voisine selon un rayon de la section transversale du tube (parties en appui mutuel 18), la partie restante de ces gaines étant en appui sur une partie correspondante de la paroi intérieure de la gaine périphérique 15.

On voit (figure 2) qu'on pourra obtenir ici un tube dont toutes les parties auront la même épaisseur, puisque correspondant à deux épaisseurs de gaine (en supposant bien entendu que la gaine 15 et les gaines 16 ont toutes la même épaisseur, ce qui n'est pas obligatoire).

La figure 2b montre une manière légèrement différente de fabriquer le tube de la figure 2. Dans cet autre exemple de réalisation, utilisant, par exemple, toujours le même moule 10-11 et la même gaine tressée périphérique 15, on a remplacé chacun des deux couples de gaines tressées intérieures 16 de la figure 2a par une seule gaine intérieure 19. Ces deux gaines 19 sont adossées l'une à l'autre par deux parties diamétrales en appui mutuel 20 et comportent chacune une partie pliée sur elle-même 21 s'étendant radialement, à partir du milieu de la partie en contact avec la paroi intérieure de la gaine périphérique 15. On divise ainsi par deux le nombre des gaines intérieures, tout en pouvant obtenir encore un tube à quatre nervures ou branches radiales telles que 14 (figure 2), de même épaisseur.

Pour faciliter la mise en place des gaines 19 dans la gaine 15, et le maintien du pliage des parties 21 jusqu'à la polymérisation, on pourra prévoir un moyen de fixation quelconque, par exemple des points de couture reliant entre eux les deux plis desdites parties 21, et éventuellement le fond du pli de chaque

gaine 19 au centre de la partie diamétrale correspondante 20.

Bien entendu, là encore, on prévoira d'introduire dans chaque gaine intérieure 19, de part et d'autre de la partie pliée 21, deux tubes gonflables 22, pour le maintien du positionnement radial des parties pliées, l'application des deux parties diamétrales 20 l'une contre l'autre, et l'application des parties restantes des gaines 19 contre la paroi interne de la gaine périphérique 15.

Il est à noter d'ailleurs que le fait d'utiliser des gaines pliées en 21 n'empêcherait pas, comme dans le cas de la figure 1a, de prévoir un noyau central, pour obtenir un tube analogue à celui de la figure 1. Il suffirait, pour ce faire, de prévoir que les parties pliées 21 ne s'étendent pas jusqu'à l'axe de la gaine 15, et d'engager le noyau entre les deux parties centrales en regard des parties diamétrales 20.

A la figure 2c, on a représenté encore un autre mode de fabrication, permettant d'obtenir un tube analogue à celui représenté en coupe transversale à la figure 2.

Selon ce mode d'exécution, au lieu d'enfiler dans la gaine tressée périphérique 15 destinée à être placée dans le moule 10-11, quatre gaines intérieures tressées 16 (figure 2a) ou deux gaines intérieures tressées 19 pliées (figure 2b), on n'a disposé dans la gaine 15 qu'une seule gaine intérieure tressée 23. Afin d'obtenir les quatre nervures longitudinales 14 de la structure intérieure de renforcement du tube 13 de la figure 2, on a fait en sorte que cette gaine intérieure tressée 23 comporte, à égale distance les unes des autres, quatre parties pliées sur elles-mêmes 24 s'étendant jusqu'à l'axe de la gaine 15.

Là encore, bien entendu, on disposera dans la gaine intérieure 23 quatre tubes étanches gonflables 25 séparés par lesdites parties pliées radiales 24 pour le maintien en place de celles-ci jusqu'à la polymérisation, et on pourra prévoir également des lignes de couture sur les parties pliées 24, éventuellement au fond des plis, pour les maintenir ensemble, selon l'axe de la gaine périphérique.

La variante évoquée ci-dessus à propos de la figure 2b est également possible, dans le cas de la figure 2c, pour obtenir un tube tel que celui de la figure 1, puisqu'il suffirait pour ce faire de prévoir que lesdites parties pliées 24 ne s'étendent pas jusqu'à l'axe de la gaine périphérique 15, le fond des plis

s'arrêtant alors sur les parois d'un noyau à section transversale quelconque, par exemple ronde ou carrée.

On pourrait également disposer dans la gaine périphérique 15 une seule gaine tressée intérieure 23 qui, au lieu de comporter quatre parties pliées telles que 24, n'en comporterait que deux, s'étendant selon un diamètre de la gaine périphérique.

On obtiendrait alors un tube analogue au tube représenté en coupe transversale à la figure 2, mais qui, au lieu de comporter quatre nervures radiales 14, n'en comporterait qu'une seule, diamétrale.

Bien entendu, on pourrait prévoir aussi plus de quatre parties pliées 24 sur la gaine 23, par exemple six parties pliées, pour obtenir un plus grand nombre de nervures intérieures de renforcement, de même que, par exemple dans le cas de la figure 2a, ou de la figure 1a, on pourrait disposer dans la gaine périphérique six gaines tressées intérieures.

A la figure 3, on a représenté en coupe transversale encore un autre tube conforme à l'invention, référencé en 26, et dont la structure interne de renforcement, qui se raccorde là aussi de façon continue à la paroi intérieure 27 du tube, est constituée d'une simple nervure diamétrale 28, ce tube étant utilisable notamment lorsqu'il est destiné à recevoir des efforts de flexion transversale dans un seul plan (plan de ladite nervure 28).

Pour obtenir un tel tube, on procédera de la même manière que, par exemple, dans le cas de la figure 2a, en disposant dans le moule 10-11 une gaine périphérique extérieure 15 ne contenant que deux gaines intérieures 29, chacune contenant elle-même un tube étanche gonflable 30. Ces deux gaines 29 sont adossées l'une à l'autre selon une partie diamétrale 31, la partie restante de leur périphérie étant en contact avec la paroi intérieure de la gaine périphérique 15.

Egalement, comme cela a été indiqué à propos de la figure 2b, on pourrait toutefois prévoir d'engager un noyau entre les deux parties centrales en regard des parties en appui mutuel 31 pour obtenir un tube dont la structure intérieure de renforcement comporterait une structure tubulaire coaxiale (tube du type décrit avec référence à la figure 1, mais ne comportant que deux branches radiales 4).

A la figure 4, on a représenté en coupe transversale

encore un autre tube conforme à l'invention, du genre de celui qui a été décrit avec référence à la figure 1, mais dont la partie tubulaire de la structure intérieure de renforcement, au lieu d'être à section ronde, est à section carrée.

5        Ainsi, dans le mode d'exécution de la figure 4, le tube référencé en 32 comporte, comme structure intérieure de renforcement 33, quatre branches radiales 34 reliées par l'intermédiaire d'une structure tubulaire à section carrée 35 coaxiale au tube. Dans cette figure, les branches radiales ou nervures 34 ont été  
10 représentées dirigées selon les diagonales de la structure tubulaire 35, mais elles pourraient, bien entendu, être dirigées perpendiculairement aux quatre faces de cette structure.

A la figure 4a, on a représenté un mode d'exécution permettant d'obtenir le tube de la figure 4.

15        Il s'agit d'un mode de fabrication tout à fait équivalent à celui qui a été décrit plus haut, avec référence à la figure 1a, la seule différence résidant dans le fait qu'au lieu d'utiliser un noyau central à section circulaire 7, on utilisera un noyau central à section carrée 36.

20        Pour éviter des explications supplémentaires, on a utilisé dans la figure 4a les mêmes références que dans la figure 1a pour désigner les mêmes éléments ou des éléments équivalents.

Les variantes évoquées à propos de la figure 1a ou des autres figures sont, là également, possibles. En particulier,  
25 on pourrait prévoir une gaine tressée intérieure supplémentaire, enfilée longitudinalement sur le noyau 36, ce qui permettrait d'obtenir pour la structure tubulaire intérieure coaxiale 35 la même épaisseur que pour les autres parties du tube.

Enfin, à la figure 5 on a représenté, en coupe transversale,  
30 encore un autre tube conforme à l'invention, analogue à celui qui a été représenté à la figure 2, mais dont deux des nervures s'étendant selon un diamètre du tube, référencées en 37, sont plus épaisses que les deux autres nervures diamétrales 38, un tel tube pouvant par exemple avoir à subir des efforts de flexion  
35 transversale plus grands selon un plan diamétral que selon le plan diamétral perpendiculaire.

Un tel tube 39 peut être obtenu par exemple en utilisant la disposition représentée, également en coupe transversale, à la figure 5a.

40        Dans ce cas, on dispose dans le moule 10-11 une gaine péri-

phérique tressée 15, contenant deux gaines intermédiaires 40 disposées, l'une par rapport à l'autre, de la même manière que les deux gaines intérieures 29 de la figure 3a, et dont chacune contient deux gaines intérieures 41 adossées l'une à l'autre 5 sensiblement de la même manière que les gaines intérieures 16 de la figure 2a.

Là encore, bien entendu, lesdites gaines intérieures 41 contiendront chacune un tube étanche gonflable 42 pour leur maintien en place.

10 Toutes les gaines étant supposées de la même épaisseur, on voit que l'on obtiendra alors les deux nervures radiales 37 avec une épaisseur double de celle des nervures radiales 38, puisque correspondant à quatre épaisseurs de gaine, alors que les nervures 38 ne correspondront qu'à deux épaisseurs de gaine 15 (parties en appui mutuel 43 des gaines 41). Quant à l'épaisseur de la paroi du tube 39, elle sera comprise entre les deux précédentes, puisque correspondant à trois épaisseurs de gaine.

Cependant, il est à noter que l'on pourrait conférer n'importe quelle épaisseur à la paroi du tube 39, et prévoir au 20 moins deux gaines telles que la gaine 15, formant frettes. Ceci est bien entendu valable pour tous les modes de réalisation.

Le fait de réaliser des tubes conformes à l'invention en utilisant des gaines de fibres résistantes permet par ailleurs d'obtenir en cas de besoin des renforcements parfaitement locaux, 25 par exemple en prévoyant un tronçon de gaine tressée formant frette en un endroit déterminé de la longueur du tube, ou encore un morceau de ruban supplémentaire tissé ou tressé en un emplacement déterminé d'une nervure intérieure du tube et selon une longueur déterminée, etc..

30 Il va de soi par ailleurs qu'un tube conforme à l'invention n'est pas obligatoirement rectiligne, mais qu'il pourrait être courbé ou cintré selon toute configuration déterminée.

En outre, si l'on considère par exemple le mode de réalisation décrit avec référence à la figure 1a, on remarque qu'il 35 n'est pas obligatoire d'utiliser un noyau 7 en forme de tube rigide, mais que l'on pourrait utiliser, au lieu de ce noyau, un noyau semi-rigide, par exemple en mousse de matière synthétique, ou encore un noyau gonflable.

D'autre part, lorsque le tube est destiné à subir des 40 efforts de torsion dans un sens déterminé, ou des efforts de

torsion notablement plus importants dans un sens que dans l'autre, on pourra facilement l'adapter à ce cas d'utilisation, en faisant en sorte que les nervures de ce que l'on a appelé plus haut la structure longitudinale intérieure de renforcement aient une configuration en hélice.

Pour ce faire, il suffira, une fois les gaines placées dans le moule, d'assurer un décalage angulaire dans le sens voulu, entre les extrémités des gaines intérieures, avant d'effectuer la polymérisation.

10 On pourra faire de même également dans le cas où le tube, au lieu d'être destiné à faire partie d'une structure résistante, est destiné à constituer des conduites, notamment dans le cas où l'on désire obtenir une conduite de raccordement entre des prises dont les orifices ne se font pas face mais sont décalés angulairement.

15 On constate en tout cas que l'invention est susceptible d'être mise en oeuvre selon un nombre considérable de variantes, mais qu'elle permettra toujours d'obtenir un tube à grande résistance mécanique, notamment vis-à-vis des efforts de flexion transversale et de torsion, la paroi intérieure de ce tube étant reliée de façon continue à une structure intérieure de renforcement comportant un nombre quelconque de nervures ou voiles radiaux, et éventuellement une structure tubulaire intermédiaire. Les tubes conformes à l'invention auront par ailleurs des variations de section transversale extrêmement faibles, même 25 étant soumis à des contraintes extérieures ou intérieures très élevées, et l'ovalisation que l'on constate souvent sur les tubes de la technique actuelle sera pratiquement inexistante (ceci est important pour que les tubes conservent un moment d'inertie maximum et une limite de rupture élevée).

Il va de soi que l'on mettra en oeuvre un procédé d'imprégnation des gaines tressées tel que la matière synthétique les imprègne de la façon la plus homogène possible, par exemple un procédé consistant d'abord à faire le vide dans les deux 35 logements du moule 10-11 avant d'y admettre la matière synthétique.

Un autre avantage de l'invention réside, comme cela ressort d'ailleurs de ce qui précède, dans le fait que l'on peut obtenir avec le même moule des tubes dont la section transversale peut 40 être quelconque et varier pratiquement à l'infini.

Les tubes obtenus conformément à l'invention peuvent trouver un très grand nombre d'applications, notamment pour constituer des éléments de structure à grande rigidité et très légers.

5 Ces tubes pourront ainsi être avantageusement utilisés dans un très grand nombre de domaines de la technique, dans lesquels il est nécessaire d'obtenir des structures très résistantes et très légères, comme c'est le cas en particulier dans le domaine des articles de sport (cadres de bicyclette, bâtons de  
10 ski , éléments de structure d'avions légers, d'ailes volantes, de bateaux, de raquettes de tennis, etc.), dans le domaine de l'aéronautique, de l'automobile, et autres domaines connexes.

Cependant, de tels tubes pourraient aussi être utilisés dans d'autres domaines, pour constituer autre chose que des  
15 éléments de structure, et notamment ils pourraient être utilisés en tant que conduites de fluides, en particulier dans le cas où il est nécessaire de faire parcourir par une seule conduite des fluides de natures ou à températures différentes, etc...

REVENDEICATIONS

1. Tube en fibres résistantes renforcées par une matière synthétique polymérisée, ces fibres se présentant notamment sous la forme d'une gaine tressée ou d'un tissu, caractérisé en ce que sa paroi intérieure est reliée sans discontinuité à une structure longitudinale intérieure de renforcement.

2. Tube selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure comporte au moins une nervure longitudinale s'étendant d'un côté à l'autre de la paroi intérieure du tube.

3. Tube selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure comporte au moins une nervure longitudinale s'étendant d'un côté à l'autre de la paroi intérieure du tube, en passant par l'axe longitudinal de celui-ci.

4. Tube selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure comporte au moins une nervure longitudinale s'étendant d'un côté à l'autre de la paroi intérieure du tube, par l'intermédiaire d'une portion de structure tubulaire intérieure, à section transversale notamment ronde ou carrée.

5. Tube selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure comporte au moins une structure tubulaire intérieure, de préférence coaxiale audit tube, reliée à la paroi intérieure de celui-ci par des branches de préférence radiales.

6. Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que sa paroi est constituée d'une gaine en fibres résistantes, notamment d'une gaine tressée, imprégnée d'une matière synthétique polymérisée, et formant frette.

7. Tube selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure est constituée d'au moins une autre gaine de fibres résistantes, notamment d'une gaine tressée, imprégnée d'une matière synthétique polymérisée, dont au moins une partie de la périphérie fait corps avec la paroi intérieure du tube.

8. Tube selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite structure longitudinale intérieure est constituée d'au moins deux autres gaines de fibres résistantes, notamment de gaines tressées, imprégnées d'une matière synthétique polymérisée, adossées l'une à la voisine, et dont au moins une partie de la



périphérie fait corps avec la paroi intérieure du tube.

9. Tube selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdites autres gaines sont adossées l'une à la voisine selon des plans essentiellement longitudinaux et radiaux du tube, les parties en appui mutuel de deux gaines voisines s'étendant depuis la paroi intérieure du tube vers son axe.

10. Tube selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites parties en appui mutuel de deux gaines voisines s'étendent depuis la paroi intérieure du tube jusqu'à son axe ou jusqu'au voisinage immédiat de celui-ci.

11. Tube selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites parties en appui mutuel de deux gaines voisines s'étendent depuis la paroi intérieure du tube vers son axe, et divergent ensuite selon des portions constituant ensemble une structure tubulaire intérieure entourant ledit axe.

12. Tube selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que la ou les autres gaines de fibres résistantes, constituant ladite structure longitudinale intérieure de renforcement, comportent au moins une partie pliée sur elle-même, s'étendant depuis la paroi intérieure du tube vers son axe, éventuellement jusqu'à son axe.

13. Tube selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce qu'une ou plusieurs desdites autres gaines de fibres résistantes s'étendent à l'intérieur d'une gaine intermédiaire dont au moins une partie de la périphérie fait corps avec la paroi intérieure du tube.

14. Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites fibres résistantes comprennent des fibres de verre.

15. Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites fibres résistantes comprennent des fibres de carbone et/ou d'un autre métalloïde tel que le bore ou analogue.

16. Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites fibres résistantes comprennent des fibres de natures différentes, notamment des fibres de verre et /ou de carbone, bore ou analogue.

17. Tube selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite matière synthétique polymérisée comprend une résine époxy ou analogue.

18. Tube selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les nervures de ladite structure longitudinale intérieure de renforcement ont une configuration en hélice.

19. Procédé de fabrication d'un tube conforme à l'une  
5 quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à disposer une ou plusieurs gaines intérieures de fibres résistantes, notamment des gaines tressées, à l'intérieur d'une gaine périphérique de fibres résistantes, formant frette, notamment une gaine tressée, à disposer  
10 l'ensemble dans un moule dont le logement correspond à la forme extérieure du tube à obtenir, et à provoquer dans ledit moule la polymérisation d'une matière synthétique imprégnant lesdites gaines.

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce  
15 que lesdites gaines intérieures sont interposées entre un noyau central éventuellement gonflable s'étendant longitudinalement dans ladite gaine périphérique, et la paroi intérieure de celle-ci.

21. Procédé selon la revendication 19 ou 20, caractérisé en ce que la ou les gaines intérieures comportent une partie pliée  
20 sur elle-même, s'étendant en direction de l'axe de ladite gaine périphérique.

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 21, caractérisé en ce que l'on dispose dans ladite gaine périphérique au moins une gaine intermédiaire entourant une ou  
25 plusieurs gaines intérieures.

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 22, caractérisé en ce que dans chaque gaine intérieure, ou de part et d'autre d'une partie pliée sur elle-même d'une gaine intérieure, on dispose longitudinalement un tube gonflable de  
30 mise en forme desdites gaines.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 23, notamment pour la fabrication d'un tube conforme à la revendication 18, caractérisé en ce que l'on assure un décalage angulaire entre les extrémités desdites gaines intérieures, avant  
35 polymérisation.

Fig.1a.

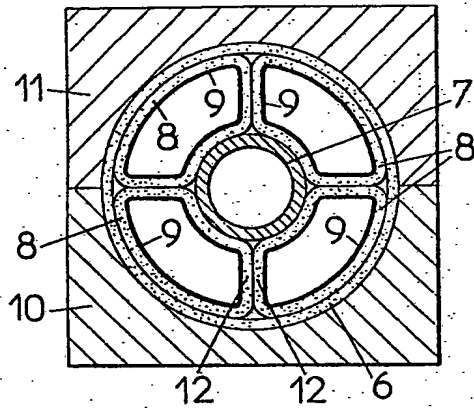


Fig.1.

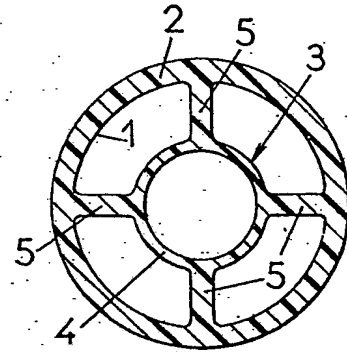


Fig.2a.

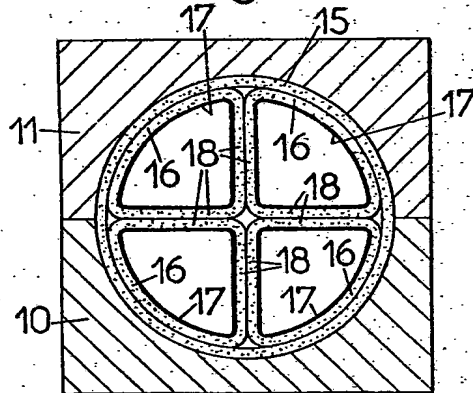


Fig.2.

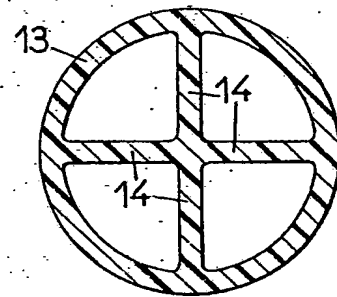


Fig.2b.

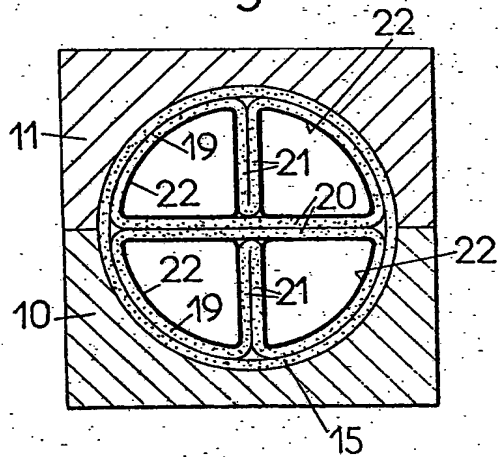


Fig.2c.

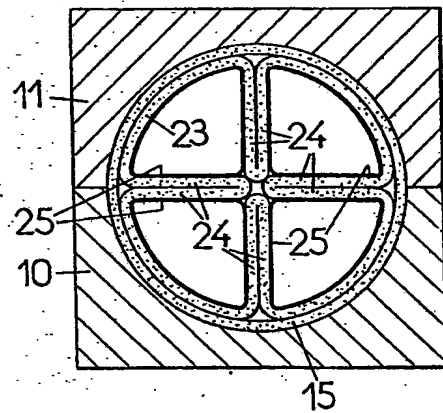


Fig. 3a.

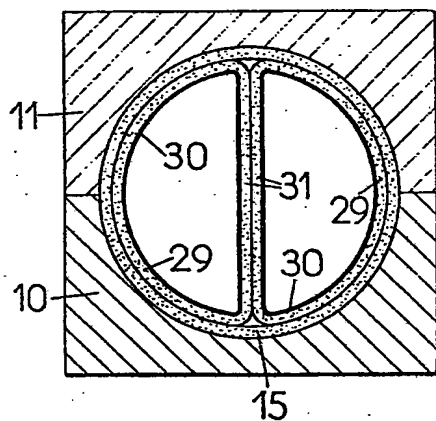


Fig. 3.

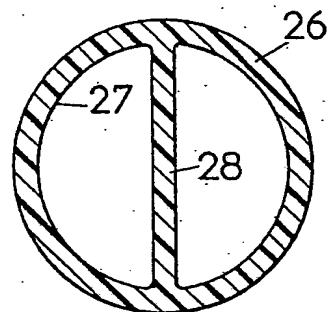


Fig. 4a.

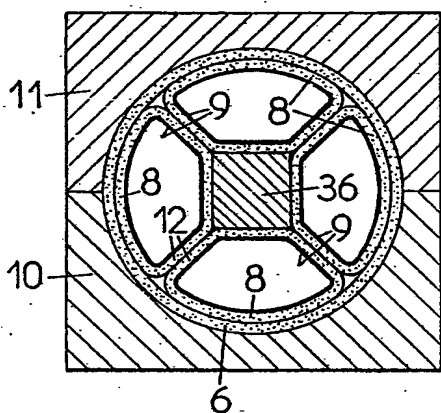


Fig. 4.

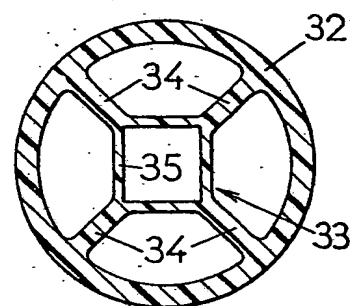


Fig. 5a.

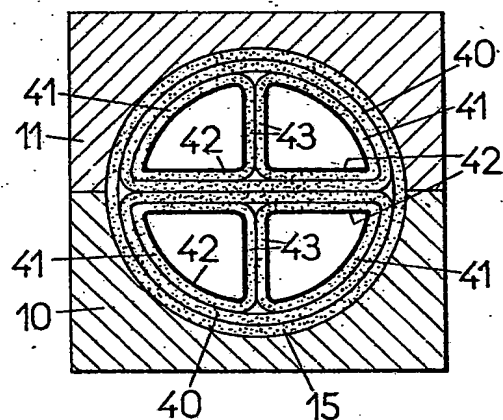
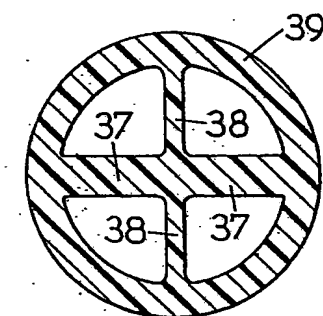


Fig. 5.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**